

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-310280  
(P2001-310280A)

(43) 公開日 平成13年11月6日 (2001.11.6)

(51) Int.Cl.  
B 2 5 J 9/22  
19/02

識別記号

F I  
B 2 5 J 9/22  
19/02

テーム(参考)  
A 3 F 0 5 9

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-126400(P2000-126400)  
(22) 出願日 平成12年4月26日(2000.4.26)

(71) 出願人 301000011  
経済産業省産業技術総合研究所長  
東京都千代田区霞が関1丁目3番1号  
(71) 出願人 599095805  
永田 和之  
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技  
術院 電子技術総合研究所内  
(72) 発明者 永田 和之  
茨城県つくば市梅園1丁目1番4 工業技  
術院電子技術総合研究所内  
F ターム(参考) 3F059 AA11 BA07 BC07 BC09 DA02  
DA09 DC05 DD01 DD06 DE03  
FA01 FA03 FB22 FC04 FC14

(54) 【発明の名称】 把握データ入力装置

(57) 【要約】

【課題】 人間の手指の運動、および指先に作用する接触力を計測する把握データ入力装置を実現可能とする。

【構成】 力覚センサ1を人間の指に装着可能として、これをリンク機構2を介してベース4に連結し、このリンク機構2に複数の角度検出センサ3取り付け、リンク機構の動きを計測することにより手指の3次元の運動を計測するとともに、力覚センサ1により人間の指の力覚を計測する。

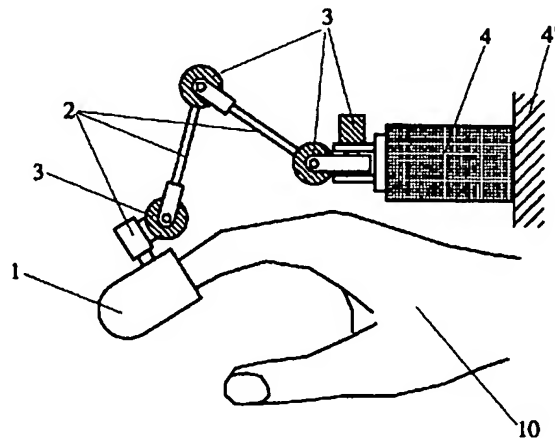


図 1:

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 指に装着できる力覚センサ、リンク機構及び複数の角度検出センサから成る組、並びにベースを備えた把握データ入力装置において、上記ベースは、外部固定部材に固定又は人間の手に装着可能であり、

上記力覚センサは、人間の指に装着可能であるとともに、上記リンク機構を介してベースに連結されており、上記複数の角度検出センサは、上記リンク機構を構成するリンクとリンクの枢支部及び上記リンク機構とベースの枢着部のうち少なくとも上記枢支部に取り付けられており、上記リンク機構の動きを計測することにより手指の3次元運動を計測できるとともに、上記力覚センサにより人間の指先の接触力を計測することができることを特徴とする把握データ入力装置。

【請求項2】 上記角度検出センサは、ポテンシオメータ又はエンコーダであることを特徴とする請求項1記載の把握データ入力装置。

【請求項3】 上記力覚センサ、リンク機構及び複数の角度検出センサから成る組は、1組から最大5組設けられていることを特徴とする請求項1又は2記載の把握データ入力装置。

【請求項4】 上記ベースには、垂直方向に対するベースの傾斜角度を計測することのできる傾斜センサを有することを特徴とする請求項1、2又は3記載の把握データ入力装置。

【請求項5】 上記ベースは、手袋に固着されており、該手袋を人間が着用することで、上記ベースは人間の手に装着可能であることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の把握データ入力装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人間の手の把握データをロボットハンドの制御に用いることを目的に、人間の手指の運動および力覚データを計測する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の人間の手指の運動データを計測する装置として、指関節を曲げることにより抵抗値が変化する曲げセンサを手袋の指関節背面部に縫い付けたもの（例えば日商エレクトロニクス（株）Super Glove Jr や Virtual Technologies 社 Cyber Glove）、平行リンクゴニオメータを指関節をまたいで配置したもの（例えば EXOS社 Dextrous Hand Master）が開発されている。

【0003】又、人間の指や手のひらに加わる圧力分布を検出する装置として、感圧導電性ゴムまたは導電性インクシートを用いた分布型触覚センサを手袋に縫い付け、人間の手指に装着可能にしたもの（例えばニッタ

（株）グローブスキャンシステム）が開発されている。

【0004】また、6軸力覚データを検出するセンサとして、ロボットの手首に取り付けるもの（例えばニッタ（株）6軸力覚センサ IFS シリーズ）、ロボットハンドの指先に取り付けるもの（例えば ビー・エル・オートテック（株）NANOセンサ）が開発されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】人間の把握データを計測し、手作業を分析することにより、人間の知識や経験を利用したロボットハンドの把握操作アルゴリズムを構築することができる。人間の知識や経験を利用することで、これまで困難であった、紙や布、ケーブルといった柔軟物の把握操作アルゴリズムの開発が可能となる。

【0006】把握操作においては、把握系内の力学的釣り合いや力学的安定性が保たなければならないため、人間の手作業の分析では、人間の手指の運動データのみならず、人間の指先に作用する接触力を計測する必要がある。

【0007】人間の手指の運動データ計測では、人間は主に指先を利用して物を操っていることから、個々の関節の運動データではなく、末節（指先）の運動データが重要となる。

【0008】これまで、人間の手指の運動データを計測する装置として、指関節を曲げることにより抵抗値が変化する曲げセンサを、通常の薄手袋の指関節背面部に縫い付け、手指を曲げたときの曲げセンサの抵抗値の変化から指関節角を検出する装置（日商エレクトロニクス（株）Super Glove Jr や Virtual Technologies 社Cyber Glove）が開発されている。

【0009】また、一辺が指節と垂直な2組の平行リンクを指関節をまたいで連結し、その連結部に角度検出センサを配置した平行リンクゴニオメータによる関節角データ検出装置（EXOS社 Dextrous Hand Master）が開発されている。

【0010】これらの装置は、いずれも人間の手指の個々の関節角を計測するものである。従って、指末節の運動を求めるためには、人間の手の大きさの個人差の影響をキャンセルするために煩雑なキャリブレーションが必要となる。

【0011】また、人間の手指の接触力を検出する装置として、感圧導電性ゴムや導電性インクシートを用いた分布型触覚センサを手袋に縫い付けたセンサグローブ（下条ほか：「把持力分布計測用センサグローブMKIIIの開発」第14回 日本ロボット学会学術講演会、1996。または、ニッタ（株）グローブスキャンシステム）が開発されている。

【0012】センサグローブは、指や手のひらに加わる圧力分布が検出できるが、検出される力の成分はセンサ表面に垂直な方向の力のみである。人間は、把握操作を行なう際に摩擦力（センサ表面と水平な方向の力）や指

先面のモーメントを利用していることが知られているが、上記装置では、センサ表面と水平な方向の力である摩擦力やセンサ面上のモーメントが検出できないという問題があった。

【0013】更に、人間の把握データを直接ロボットハンドの制御に利用するためには、ロボットハンドが装備しているセンサと同じセンサデータを検出することが望ましい。これまで、ロボットハンドの指先に搭載するセンサとして、6軸力覚センサが重要であることが指摘されている（永田ほか：「指先力覚センサの開発と接触点検出誤差評価」日本ロボット学会会誌、Vol. 14, No. 8, 1996.）。

【0014】このことから、人間の手指に作用する接触力を検出するセンサとして、人間の指先に装着でき、3次元方向の力とモーメントが検出できる6軸力覚センサが望まれていた。

【0015】これまで、ロボット用の6軸力覚センサが開発されているが、世界最小サイズのビー・エル・オートテック（株）製NANOセンサでも、そのサイズは直径φ18〔mm〕、長さ32.8〔mm〕であり、ロボット用の6軸力覚センサをそのまま人間の指先に装着することはできなかった。

【0016】本発明の目的は、これら課題を考慮し、人間の指先に装着できる6軸力覚センサとリンク機構、角度検出センサから構成され、人間の手指の運動、および指先に作用する接触力を計測する把握データ入力装置を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、指に装着できる力覚センサ、リンク機構及び複数の角度検出センサから成る組、並びにベースを備えた把握データ入力装置において、上記ベースは、外部固定部材に固定又は人間の手に装着可能であり、上記力覚センサは、人間の指に装着可能であるとともに、上記リンク機構を介してベースに連結されており、上記複数の角度検出センサは、上記リンク機構を構成するリンクとリンクの枢支部及び上記リンク機構とベースの枢着部のうち少なくとも上記枢支部に取り付けられており、上記リンク機構の動きを計測することにより手指の3次元運動を計測できるとともに、上記力覚センサにより人間の指先の接触力を計測することができることを特徴とする把握データ入力装置を提供する。

【0018】上記角度検出センサは、例えば、ポテンショメータ又はエンコーダ等である。

【0019】上記力覚センサ、リンク機構及び複数の角度検出センサから成る組は、1組から最大5組設けられている。

【0020】上記ベースには、垂直方向に対するベースの傾斜角度を計測することのできる傾斜センサを有する。

【0021】上記ベースは、手袋に固着されており、該手袋を人間が着用することで、上記ベースは人間の手に装着可能である。

【0022】

【発明の実施の形態】発明に係る把握データ入力装置の実施の形態を実施例に基づいて図面を参照して説明する。

【0023】（基本構成）図1は、本発明の把握データ入力装置の基本構成を示す図である。図1に示すとおり、本把握データ入力装置は、人間の指に装着できる力覚センサ1、リンク機構2、角度検出センサ3、ベース4から構成される。

【0024】ベース4は、図1に示す本発明の基本構成では外部固定部材4'に固定されているが、後述の図4に示す実施例では、人間の手に固定されており、いずれでも良い。リンク機構は、複数のリンク2と、この複数のリンクを互いに枢支する枢支部とから構成されており、リンク機構の先端部は力覚センサ1に取り付けられており、その基端部はベース4に枢着されている。

【0025】角度検出センサ3（例えば、ポテンショメータ、エンコーダ等）は、手指の運動を計測するのに十分な数を有し、リンク2を介して互いに枢支する枢支部に設けられているとともに、リンク機構の基端部をベースに枢着する枢着部にも設けられている。リンク機構2の先端部は力覚センサ1に連結され、基端部はベース4に連結されている。

【0026】図2に、本発明の把握データ入力装置で使用する力覚センサ1の構成を示す。力覚センサ1は、図2(a)、(b)に示すとおり、指サック20、弾性構造体21、指カバー22、リンク結合部23から構成される。

【0027】弾性構造体21は、特定の力成分に対して歪み易い構造をもっている。図3に弾性構造体21の一例を示す。これは、基部30とフランジ部31を3本のビーム32を介して連結したもので、ビーム32の各面には歪みゲージ33が貼られている。この弾性構造体21に外力がはたかると、外力成分に応じてビーム32が歪む。この歪みを歪みゲージ33により電気信号に変換することにより、力成分を歪みゲージの電気信号として取り出すことができる。

【0028】弾性構造体21に作用する6軸力（3次元方向の力とモーメント）と各ビームの歪みゲージの出力の関係を表す歪みスティフネス行列は予めキャリブレーションにより求められている。歪みスティフネス行列とは、各ビームの歪みゲージの出力を力に変換する行列である。歪みスティフネス行列を用い、歪みゲージの出力信号から、弾性構造体21に作用する6軸力を計算により求めることができる。

【0029】指サック20は、人間の指を挿入する部分で、弾力性のある部材（例えばエンジニアリングプラスチック、リン青銅、バネ鋼など）でつくられており、指

の大きさの個人差に対応できるよう、切り込み25が入れている。指サック20は弾性構造体21の基部30と連結している。

【0030】リンク結合部23は、指サック20と連結しており、把握データ入力装置のリンク機構2と結合する。指カバー22は、実際に物体と触れる部分で、取り付けブロック24を介して弾性構造体21のフランジ部31と連結している。指カバー22には、リンク結合部23と接触しないよう切込み26が入れている。

【0031】(実施例)図4は、本発明の把握データ入力装置の実施例の構成を示す図であり、この実施例の把握データ入力装置の基本的構成は図1〜3に記載されているものと同じであるが、ベース4は、人間の手に固定された構成であるものとして説明する。図4に示すとおり、本把握データ入力装置のこの実施例では、人間の指に装着できる力覚センサ1、リンク2a〜2d、角度検出センサ3a〜3e、ベース4、手袋5、傾斜角センサ6から構成される。

【0032】図4では、手指との関連が分かりやすいよう、手袋5を透明なものとして破線で描いている。また、実際には5本指について実施しているが、この実施例では、原理をより明確にするため、人指し指と親指のみで実施した例について述べる。他の指は、人指し指と同様に実施できる。手袋5は指先端部が切り取られており、ベース4は手袋5の手の甲に当たる部分に縫い付けられている。また、ベース4には傾斜角センサ6が取り付けられている。

【0033】実施例の把握データ入力装置は、手袋5および各指先に力覚センサ1を装着することにより、人間の手指10に装着される。まず、把握データ入力装置の親指部について説明する。親指では、手根中手関節(親指根本の関節、以後CM関節と呼ぶ)の対立運動、内転・外転運動、屈伸運動の3自由度、中手指節関節(親指中心の関節、以後MP関節と呼ぶ)の屈伸運動に対応した1自由度、母指指節間関節(親指先端の関節、以後IP関節と呼ぶ)の屈伸運動に対応した1自由度の運動が全て計測できるよう、角度検出センサ3は親指根本から3個、1個、1個の順に配置されている。

【0034】すなわち、ベース4よりリンク2dを介して、親指CM関節近傍にCM関節の対立運動を検出する角度検出センサ3e、CM関節の内転・外転運動を検出する角度検出センサ3d、CM関節の屈伸運動を検出する角度検出センサ3cが互いに直交するように取り付けられている。

【0035】親指CM関節の角度検出センサ3cは、リンク2cを介して親指MP関節上部に配置した角度検出センサ3bと連結し、親指MP関節上部の角度検出センサ3bは、リンク2bを介して親指IP関節近傍の角度検出センサ3aと連結する。親指IP関節近傍の角度検出センサ3aからのびるリンク2aは、力覚センサ1のリンク結合部

23と連結する。角度検出センサ3a、3b、3cは、親指の屈伸運動を計測するものであり、その回転軸は、親指屈伸運動の回転軸と平行となるよう配置されている。

【0036】次に、人指し指、中指、薬指、小指では、中手指節関節(指根本の関節、以後MP関節と呼ぶ)の内転・外転運動、屈伸運動の2自由度、近位指節間関節(指中心の関節、以後PIP関節と呼ぶ)の屈伸運動に対応した1自由度、遠位指節間関節(指先端の関節、以後DIP関節と呼ぶ)の屈伸運動に対応した1自由度の運動が全て計測できるよう、角度検出センサ3は指根本から2個、1個、1個の順に配置されている。

【0037】すなわち、ベース4に取り付けブロック7を介して指MP関節の内転・外転運動を検出する角度検出センサ3dが取り付けられている。角度検出センサ3dの回転軸は、手の甲の垂直方向を向く。すなわち、ベース4の上面の垂直方向を向く。角度検出センサ3dの先には、指MP関節の屈伸運動を検出する角度検出センサ3cが取り付けられ、角度検出センサ3cはリンク2cを介して指PIP関節上部に配置した角度検出センサ3bと連結し、角度検出センサ3bは、リンク2bを介して指DIP関節近傍の角度検出センサ3aと連結する。

【0038】指DIP関節近傍の角度検出センサ3aからのびるリンク2aは、力覚センサ1のリンク結合部23と連結する。角度検出センサ3a、3b、3cは、指の屈伸運動を計測するもので、その回転軸は、指屈伸運動の回転軸と平行となるよう配置されている。

【0039】以上の構成から成る本発明の把握データ入力装置の実施例の作用を図4において説明する。人間は手に手袋5を装着し、力覚センサ1の指サック20に指先を挿入し、把握データ入力装置を手指に装着する。把握データ入力装置を手指に装着した状態で、把握操作を行なう。

【0040】把持物体11は力覚センサ1の指カバー22と接触しており、人間は指サック20、弾性構造体21、指カバー22を介して把持物体11に力を加える。指サック20と指カバー22の間にある弾性構造体21のビーム32は、人間の指が把持物体11に加えた力に応じて歪む。

【0041】この歪みを力覚センサ1の歪みゲージ33により電気信号に変換し、A/D変換器を介して計算機に取り込む。予めキャリブレーションにより求められている歪みスティフネス行列用い、歪みゲージ33の出力から、人間が把持物体に加えた力を計算により求める。

【0042】また、指末節の位置と姿勢は、リンク2a〜dの各寸法パラメータが既知であることから、角度検出センサ3a〜eのデータを用いて計算により求めることができ、指末節の運動が計測される。指末節の運動はベース4に設定した座標系上で記述される。

【0043】また、力覚センサ1のデータも、指末節の位置と姿勢データを用いて座標変換を行い、ベース4に

設定した座標系上で記述することができる。傾斜角センサ6は、重力方向に対するベース4の傾きを検出するもので、公知のセンサである。傾斜角センサ6および各指に配置された角度検出センサ3a~eのデータから、重力方向に対する指末節の姿勢を検出することができ、力覚センサ1の力覚データの重力補償が行われる。

【0044】以上、本発明に係る把握データ入力装置の実施例について説明したが、本発明は特に以上のような実施例に限定されることなく、特許請求の範囲の記載の範囲内でいろいろな実施例があることは言うまでもない。

【0045】

【発明の効果】以上の構成による本発明によれば、人間の指先に簡単に装着できる6軸力覚センサとリンク機構、角度検出センサによって、人間の手指の運動、および指先に作用する接触力を計測する把握データ入力装置が実現可能である。

【0046】この把握データ入力装置を利用すれば、人間の把握データを計測し、手作業を分析することが可能となり、人間の知識や経験を利用したロボットハンドの把握操作アルゴリズムを構築することができ、この結果、これまでロボットが苦手としてきた、紙や布、ケーブルといった柔軟物の把握操作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる把握データ入力装置の基本構成。

【図2】図2(a)は、本発明に係わる指装着型6軸力覚センサの基本構成。図2(b)は、図2(a)のA-A断面。

【図3】本発明に係わる力覚センサ弾性構造体の一例。

【図4】本発明に係わる把握データ入力装置の一実施例。

【符号の説明】

- 1 指装着6軸力覚センサ
- 2 リンク
- 2 a リンク
- 2 b リンク
- 2 c リンク
- 2 d リンク
- 3 角度検出センサ
- 3 a 角度検出センサ
- 3 b 角度検出センサ
- 3 c 角度検出センサ
- 3 d 角度検出センサ
- 3 e 角度検出センサ
- 4 ベース
- 5 手袋
- 6 傾斜角センサ
- 7 取り付けブロック
- 10 人間の手指
- 11 把持物体
- 20 指サック
- 21 弾性構造体
- 22 指カバー
- 23 力覚センサ リンク結合部
- 24 取り付けブロック
- 25 指サック切り込み
- 26 指カバー切り込み
- 30 弾性構造体基部
- 31 弾性構造体 フランジ部
- 32 ビーム
- 30 33 歪みゲージ

【図1】

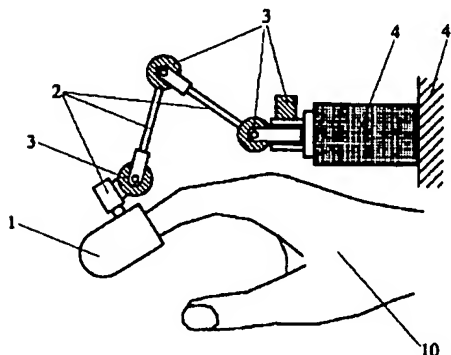


図1:

【図2】

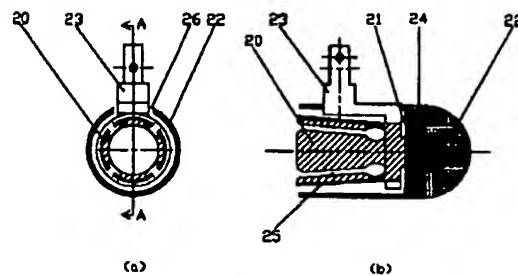


図2:

【図3】

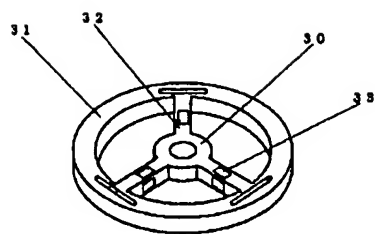


図 3:

【図4】

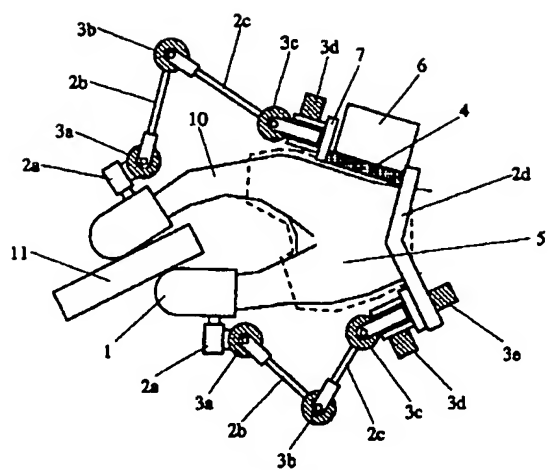


図 4: